



PROJETO MOSAICO DE ÁGUAS

PROTOCOLO

ABRIL 2025

Projeto



Realização



Patrocínio



Parceiros



UNIFEI
UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAUBA



SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	5
1.1 O Protocolo.....	8
1.2 Objetivo.....	8
1.3 Contexto e histórico.....	8
2. PRINCIPAIS METODOLOGIAS ADOTADAS.....	10
2.1. Seleção dos pontos de monitoramento.....	10
2.2.1. Seleção das Unidades de Conservação (UCs).....	11
2.2.2. Critérios Técnicos para Seleção.....	11
2.2.3. Definição dos Pontos de Monitoramento.....	11
2.2.4. Validação e Ajustes com os Gestores.....	12
2.2.5. Obtenção de Permissões.....	12
2.2 Métodos para coleta de dados de vazão e qualidade da água.....	12
2.2.1 Descrição da determinação de vazões.....	12
2.2.1.1 Método do flutuador.....	13
2.2.1.2 Método de mensuração de correntes com micromolinete.....	14
2.2.2 Procedimentos de coleta de amostras, análise físico químicas e isotópica.....	18
2.2.2.1 Plano de Amostragem.....	19
2.2.2.2 Coleta de amostras e procedimentos de campo.....	19
2.3.3 Parâmetros medidos em campo.....	20
2.3.4 Separação e Preservação de Amostras de Campo.....	21
2.3.5 Identificação das Amostras.....	22
2.3.5.1 Documentação.....	24
2.3.5.2 Acondicionamento e transporte das amostras.....	24
2.4 Ensaios Físico Químicos.....	26
2.4.1 pH.....	26
2.4.2 Condutividade.....	26
2.4.3 Salinidade.....	27
2.4.4 Sólidos Dissolvidos Totais (TDS).....	27
2.4.5 Carbono Orgânico Total Dissolvido (TOC) e Carbono Inorgânico (IC).....	28
a. Carbono Orgânico Total Dissolvido (TOC).....	28
b. Carbono Inorgânico Total Dissolvido (IC).....	29
2.4.6 Nitrogênio Total Dissolvido (TN).....	29
2.4.7 Determinação de ânions e cátions por cromatografia de íons.....	30

Projeto



Realização



Patrocínio



Parceiros



2.4.8 Ânions Inorgânicos.....	30
2.4.9 Cátions.....	31
2.4.10 Determinação de Alumínio por Análise de Injeção em Fluxo (FIA).....	32
2.4.11 Determinação de Isótopos de água ($\delta^{18}\text{O}$ e $\delta^2\text{H}$).....	33
2.4.12 Demanda Química de Oxigênio (DQO).....	34
2.4.13 Cor aparente.....	34
2.4.14 Turbidez.....	35
2.5 Ajustes Metodológicos.....	36
3. DESAFIOS E LIÇÕES APRENDIDAS.....	36
3.1. Desafios Técnicos.....	36
3.1.1. Dificuldades no trabalho de campo, como dificuldades na coleta de dados em condições específicas.....	36
3.2. Desafios Logísticos.....	37
4. PONTOS DE COLETA E ÁREAS DE ESTUDO.....	38
4.1. Recomendações sobre a manutenção e possível expansão dos pontos de coleta.....	38
4.2. Sugestões para incluir novas áreas de estudo ou pontos de amostragem conforme o projeto avance.....	38
5. EQUIPE E ORGANIZAÇÃO DO PROJETO.....	39
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	40
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	42
8. ANEXOS.....	44
8.1. Anexo 1: Formulário de inscrição das UCs.....	44

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Distribuição de medições ao longo das verticais conforme a profundidade.....	17
Tabela 2: Exemplo de trecho da tabela de organização de resultados dos Parâmetros TOC, IC, TN a partir da identificação correta das amostras.....	23
Tabela 3: Exemplo de trecho da tabela de organização de resultados (Cor, Turbidez, Condutividade e DQO) a partir da identificação correta das amostras.....	23

LISTA DE FIGURAS

Imagem 01: Calendário mensal de coletas de amostras.....	6
Imagem 02: Calendário bimestral de campanhas de medição de vazão.....	6
Figura 1: Abordagem de meia seção para cálculo das vazões. Adaptado de Hershy, 2009.....	16



Figura 2: Abordagem de seção média para o cálculo de vazões. Adaptado de Hershy, 2009. 16

Imagem 3: Transporte das amostras em caixas térmicas e acondicionadas com gelo artificial... 26

Imagem 4: Acondicionamento das amostras em geladeira até o momento do transporte para o laboratório quando necessário..... 26

Projeto



Realização



Patrocínio



Parceiros



1. INTRODUÇÃO

Este documento apresenta um protocolo metodológico desenvolvido no âmbito do Projeto Mosaico de Águas, cujo principal objetivo principal foi a obtenção de dados preliminares relacionados à caracterização físico-química e quantidade das águas superficiais em Unidades de Conservação (UCs) da região da Serra da Mantiqueira. A proposta do projeto Mosaico de Águas surgiu como um primeiro passo para enfrentar a escassez de dados sistematizados sobre os recursos hídricos da região e atender à necessidade de uma abordagem integrada e participativa na gestão das águas no contexto do Mosaico Mantiqueira.

O Projeto Mosaico de Águas foi estruturado para coletar amostras de água e realizar medições de vazão em locais previamente selecionados, tanto dentro quanto fora das Unidades de Conservação incluídas no estudo. Nesses mesmos pontos, também foram coletados dados de vazão in situ. O desenvolvimento do projeto ocorreu no período de janeiro de 2023 a maio de 2025 seguindo o protocolo abaixo:

1. Seleção de pontos de amostragem

- Critérios: representatividade hidrológica e acessibilidade
- Localização: dentro e fora das UCs contempladas

2. Medição de vazão in situ

- Frequência: bimestral
- Responsáveis: equipe técnica do Projeto Mosaico de Águas
- Método: (descreva o método adotado, por exemplo, molinete de corrente ou método do flutuador)

3. Coleta de amostras para análise físico-química

- Frequência: mensal
- Responsáveis: equipe indicada pelos gestores das UCs
- Parâmetros analisados: pH, condutividade elétrica, salinidade, sólidos dissolvidos totais (TDS), carbono orgânico total (TOC), carbono inorgânico (IC), ânions e cátions inorgânicos, alumínio, DQO, cor e turbidez, entre outros

4. Período de execução

- Início: julho 2023
- Término: junho 2024

Projeto



Realização



Patrocínio



Parceiros



ANO		23	23	23	23	23	24	24	24	24	24	24
MÊS	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN
DIA COLETA	25	28	25	23	20	18	22	26	25	22	27	24

Imagem 01: Calendário mensal de coletas de amostras.

	campo 1	Campo 2	Campo 3	Campo 4	Campo 5	Campo 6
Arranjo 8 (PECJ)	10/08/23					
Arranjo 7 (APA SFX)	24/07/23	26/09/23	27/11/23	22/01/24	25/03/24	27/05/24
Arranjo 9 (APA MRPS)	26/07/23	27/09/23	29/11/23	24/01/24	27/03/24	29/05/24
Arranjo 2 (RPPN Pedra da Mina + APASM + APSF)	27/07/23	28/09/23	30/11/23	25/01/24	28/03/24	30/05/24
Arranjo 3 (RPPN Agulhas Negras + APASA)	28/07/23	29/09/23	01/12/23	26/01/24	29/03/24	31/05/24

Imagem 02: Calendário bimestral de campanhas de medição de vazão.

Todos os dados gerados alimentam um banco de dados público, com o objetivo de subsidiar a gestão integrada dos recursos hídricos na Serra da Mantiqueira.

É importante esclarecer que o propósito do projeto Mosaico de Águas não foi realizar uma caracterização completa da qualidade da água. Para sua realização contamos com a capacidade instalada nos Laboratórios do INPE (LabEcoh/INPE) e da UNESP (DEA/ ICT - UNESP, campus São José dos Campos) capazes de medir parâmetros físico-químicos específicos, mas sem abranger a totalidade dos indicadores necessários para uma avaliação completa da qualidade hídrica dos mananciais. Salientamos também que o objetivo do projeto não incluiu a identificação de potenciais fontes de contaminação dos mananciais.



Nosso foco esteve na produção de dados primários que atuem como subsídios para uma avaliação dos benefícios ecossistêmicos proporcionados pelas Unidades de Conservação, sobretudo no que tange aos chamados serviços de regulação hídrica, ou serviços ecossistêmicos hídricos.

Os serviços ecossistêmicos hídricos são aqueles diretamente relacionados ao ciclo hidrológico e que promovem benefícios diretos à sociedade, como o fornecimento de água potável, a regulação de cheias e a purificação da água. A qualidade e a disponibilidade desses serviços são influenciadas por fatores ambientais diversos, como vegetação, solo, topografia e clima (BRAUMAN et al., 2007; GRIZZETTI et al., 2016). De acordo com Brauman et al. (2007), a tradução do conhecimento hidrológico em termos de serviços ecossistêmicos exige a consideração de quatro atributos essenciais: quantidade, qualidade, localização e tempo de entrega.

A quantidade refere-se ao volume de água disponível, seja para abastecimento (quanto maior, melhor) ou para controle de alagamentos (quanto menor, melhor), e é influenciada pelas alterações no uso e cobertura do solo, que afetam o balanço hídrico em diferentes escalas da bacia. A qualidade da água está associada à presença de contaminantes — como substâncias químicas, patógenos, nutrientes, sais e sedimentos — cujos impactos podem ser mitigados ou acentuados pelos ecossistemas. A localização diz respeito à distribuição espacial da água na paisagem, que é influenciada pela presença e funcionamento dos ecossistemas em ambientes superficiais e subterrâneos. Por fim, o tempo de entrega refere-se à resposta hidrológica dos ecossistemas: enquanto alguns regulam os fluxos de forma imediata por meio do escoamento superficial, outros promovem respostas mais lentas, associadas ao escoamento de base. Postel e Thompson (2005) ressaltam que um mesmo ecossistema pode influenciar ambos os processos, embora por vias distintas.

Salientamos que a continuidade do monitoramento hidrológico é indispensável para fundamentar decisões de uso e manejo dos recursos naturais, especialmente no que tange aos serviços ecossistêmicos hídricos. Decisões eficazes dependem não apenas do reconhecimento teórico dos serviços prestados, mas da efetiva avaliação da quantidade e qualidade da água. O monitoramento sistemático gera informações essenciais para i) identificar tendências temporais e sazonais nos fluxos e qualidade da água, ii) quantificar a contribuição das UCs para o provisionamento hídrico regional (i.e., relacionados à produção de água limpa e/ou ao controle de cheias); iii) subsidiar o desenvolvimento de políticas públicas e práticas de manejo voltadas à conservação; iv) avaliar impactos de intervenções antrópicas e mudanças climáticas sobre os recursos hídricos.



Esse protocolo metodológico resume os procedimentos adotados no projeto Mosaico de Águas, oferecendo um guia para manutenção e expansão das coletas e medições, caso as UCs envolvidas desejem dar prosseguimento ao monitoramento.

1.1 O Protocolo

Esse documento é um conjunto de diretrizes e procedimentos técnicos que orientam a coleta, o registro e a análise de dados relacionados aos corpos d'água. Ele define metodologias padronizadas para a medição de parâmetros físico-químicos, avaliação de vazão e condições ambientais, com o objetivo de produzir informações confiáveis e comparáveis ao longo do tempo. Além disso, serve como base para o monitoramento contínuo dos recursos hídricos e para subsidiar a tomada de decisão em políticas de conservação e gestão ambiental.

Assim, o protocolo aqui apresentado foi elaborado a partir da experiência prática do projeto, que envolveu a realização de campanhas de campo, a capacitação de agentes locais e a articulação entre diferentes setores. Ele busca garantir que os procedimentos adotados possam ser replicáveis em outras UCs ou regiões com características similares, promovendo a continuidade das ações e contribuindo para o fortalecimento da gestão integrada dos recursos hídricos no território do Mosaico Mantiqueira.

1.2 Objetivo

Este protocolo tem como objetivo orientar os procedimentos para a continuidade e replicabilidade do monitoramento dos Serviços Ecossistêmicos Hídricos (SEH) fornecidos pelas Unidades de Conservação (UCs) do Mosaico Mantiqueira, com base na experiência adquirida durante a execução do Projeto Mosaico de Águas, realizado entre julho de 2022 e abril de 2025.

Seu objetivo principal é fornecer subsídios para continuidade da caracterização e monitoramento dos cursos hídricos das UCs do Mosaico Mantiqueira. Então, precisamos responder a seguinte pergunta: Se vamos continuar, como faremos isso?

1.3 Contexto e histórico

O projeto foi concebido inicialmente por membros do Conselho Consultivo do Mosaico Mantiqueira e que rapidamente se expandiu, agregando membros da academia, Unidades de Conservação (UCs) e sociedade civil.



Teve sua concepção no segundo semestre de 2022, quando foi submetido ao do Edital Teia de Soluções da Fundação Grupo Boticário <https://lab.teiadesolucoes.com.br/>, tendo sido contemplado para financiamento com a quantia de R\$ 220.842,50 (duzentos e vinte mil, oitocentos quarenta e dois reais e cinquenta centavos). Sua realização se deu entre janeiro de 2023 e abril de 2025. A instituição proponente do Projeto foi a Crescente Fértil, uma Organização da Sociedade Civil fundada em 1994, com sede na APA da Serrinha do Alambari, Resende-RJ. Para além do histórico de atuação junto ao Mosaico Mantiqueira, atua, sobretudo, nas áreas de meio ambiente e comunicação, em especial nas Unidades de Conservação da Serra da Mantiqueira e com projetos de restauração florestal nas bacias dos rios Paraíba e Guandu.

Durante a execução do projeto, foram realizadas seis campanhas de monitoramento de vazões e medições físico-químicas in situ (entre julho de 2023 e maio de 2024), além de doze campanhas mensais de coleta de amostras de água em pontos estratégicos (entre julho de 2023 e junho de 2024) — a montante e a jusante dos arranjos. As coletas seguiram os protocolos estabelecidos pela NBR 9898/87 e as diretrizes do Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras (CETESB e ANA, 2011), com análises realizadas nos laboratórios do INPE e da UNESP.

Também foram conduzidas análises isotópicas da água ($\delta^2\text{H}$ e $\delta^{18}\text{O}$), utilizando equipamentos de alta precisão com o objetivo de investigar a origem e as variações das massas d'água ao longo dos arranjos. Os resultados foram submetidos à análise estatística (ANOVA e teste de Tukey, $p \leq 0,05$), possibilitando a identificação de padrões hidrológicos e ecológicos.

O projeto promoveu ainda a formação técnica de conselheiros e servidores das UCs envolvidas, fortalecendo as capacidades locais para a continuidade do monitoramento e para a gestão participativa dos recursos naturais. Como um dos principais produtos, foi desenvolvido um banco de dados ambiental com os resultados das campanhas, disponível no site do Mosaico Mantiqueira (<https://mosaicomantiqueira.org.br/>), voltado a apoiar a gestão integrada da água.

A articulação institucional envolveu parcerias com instituições científicas e órgãos de gestão ambiental — como INPE, UNESP, ITA, ICMBio e IEF —, garantindo rigor técnico e credibilidade científica aos resultados, além de fomentar redes colaborativas para a continuidade e ampliação das ações de monitoramento.



Dentre tantas outras ações, o projeto manteve constante articulação com o Conselho Consultivo do Mosaico Mantiqueira, reforçando a pauta dos recursos hídricos na gestão do território da Mantiqueira.

Nos itens a seguir, são detalhados os aspectos técnicos, administrativos, organizacionais e participativos que sustentaram a execução do projeto, compondo uma base metodológica sólida e adaptável à realidade das UCs da região.

2. PRINCIPAIS METODOLOGIAS ADOTADAS

2.1. Seleção dos pontos de monitoramento

O planejamento das atividades do Projeto Mosaico de Águas foi conduzido por meio de um processo colaborativo e técnico, voltado à seleção das Unidades de Conservação (UCs) e dos pontos de monitoramento ao longo dos cursos d'água na Serra da Mantiqueira. Esse processo foi realizado de forma participativa, envolvendo reuniões periódicas entre a equipe técnica do projeto e os gestores das UCs. O objetivo central foi garantir a inclusão de um maior número de UCs e otimização dos recursos financeiros para realização do monitoramento.

A definição dos pontos de monitoramento foi estruturada nas seguintes etapas:

1. Mobilização das UCs e divulgação do projeto dentro do Mosaico Mantiqueira;
2. Inscrição das Unidades de Conservação (UCs) para participação no projeto via formulário eletrônico (Anexo 1);
3. Estabelecimento de arranjos entre UCs que possuíam mesmo curso hídrico (quando possível) e proposta de pontos de monitoramento em cada arranjo;
4. Realização de reuniões com os gestores das UCs para validação das propostas;
5. Ajustes e reposicionamento dos pontos com base em contribuições dos gestores e condições de campo;
6. Visitas em campo para checagem de viabilidade de monitoramento;
7. Definição final dos pontos de amostragem e monitoramento, consolidando o planejamento da coleta de dados.



2.2.1. Seleção das Unidades de Conservação (UCs)

A seleção inicial das UCs foi realizada por meio de um formulário eletrônico (Google Forms - Anexo 1), que permitiu a manifestação de interesse por parte dos gestores das UCs. As informações coletadas incluíram:

- Categoria da UC;
- Localização (estado e município);
- Bacia hidrográfica de inserção;
- Delimitação da UC;
- Presença de nascentes e/ou curso d'água principal com nascente na UC;
- Existência de conselho gestor, grupos de trabalho ou câmaras técnicas;
- Potencial de colaboração da UC ao projeto (p.e., disponibilização da equipe para coleta e envio das amostras);

Com base nesses dados, a equipe técnica do projeto realizou uma análise para definição das UCs a serem contempladas, considerando, quando pertinente, a formação de arranjos entre unidades com características compatíveis.

2.2.2. Critérios Técnicos para Seleção

A avaliação técnica considerou informações cartográficas (cartas do IBGE em escala 1:50.000), dados do MapBiomas e imagens ALOS PALSAR. Os critérios utilizados para exclusão de unidades incluíram:

- Tamanho da UC;
- Relevância da UC na bacia hidrográfica;
- Presença e continuidade de corpos hídricos no interior da unidade.

2.2.3. Definição dos Pontos de Monitoramento

A seleção dos pontos de monitoramento considerou os seguintes aspectos:

- Limites das UCs;
- Presença de áreas conservadas e antropizadas no interior e entorno das UCs;
- Existência de tributários a montante;
- Continuidade do curso d'água atravessando a UC.



Em cada arranjo, buscou-se estabelecer dois pontos de monitoramento no mesmo curso d'água:

- **Ponto a montante:** localizado próximo ao limite superior da UC, em área protegida;
- **Ponto a jusante:** localizado após os limites da UC, mas antes da confluência com tributários significativos.

2.2.4. Validação e Ajustes com os Gestores

A proposta inicial foi apresentada aos gestores das UCs para validação. Quando aprovada, os pontos foram considerados pré-definidos. Nos casos em que ajustes foram solicitados, novos posicionamentos foram realizados e validados pela equipe técnica.

2.2.5. Obtenção de Permissões

Com os pontos de monitoramento definidos, os gestores das UCs foram acionados para apoiar o contato com os proprietários das áreas e viabilizar a obtenção de autorizações de acesso para a equipe de coleta de dados.

2.2 Métodos para coleta de dados de vazão e qualidade da água.

2.2.1 Descrição da determinação de vazões

A seleção de métodos para medição de vazão em regiões montanhosas exige atenção especial às características hidromorfológicas locais, como a presença de rochas, velocidade e características do fluxo (turbulência). Para o monitoramento de vazões em tais contextos, como os enfrentados pelo Projeto Mosaico de Águas, alguns desafios são impostos.

Embora o método de medição de corrente com molinete destaque-se pela precisão, apresentam limitações em ambientes montanhosos com alto grau de rugosidade no leito, podendo comprometer a representatividade do perfil vertical de velocidades. Aumentar a densidade de medições por vertical pode melhorar a qualidade dos dados, mas compromete a eficiência temporal das campanhas de campo.

O método do flutuador, mostra-se viável pela simplicidade operacional, sendo recomendado em contextos onde segurança e praticidade são prioritárias apesar de apresentar menor precisão (erro estimado entre 10% e 20%) (WHITING, 2016; DOBRIYAL et al.,



2017). É importante seguir recomendações técnicas como o lançamento de múltiplos flutuadores e adequada definição de subseções transversais para minimizar os erros.

Já o método de diluição é reconhecido pela aplicabilidade em ambientes turbulentos e montanhosos, com boa precisão, desde que se garanta a completa mistura do traçador. Contudo, seu uso exige equipe especializada, equipamentos de injeção e monitoramento, além de suscitar potenciais resistências relacionadas à introdução de substâncias no meio hídrico (HERSHY, 2009; IUKHNO; BUZMAKOV; ZORINA, 2021).

Métodos como o Área-Declividade também são citados como alternativas viáveis em situações de insegurança ou quando não há disponibilidade de equipamentos, utilizando equações como a de Manning e Chezy para estimar a descarga a partir da morfologia e rugosidade do leito fluvial.

Recomenda-se, portanto, a utilização do método do molinete, com ajustes operacionais como maior detalhamento vertical, sempre que possível. Em situações de difícil acesso, alto risco ou com fluxos de água extrapolando a capacidade de medição dos equipamentos, a adoção do método dos flutuadores aparece como solução prática. O método de diluição, embora tecnicamente superior em certos cenários, deve ser considerado apenas com capacitação adequada e apoio institucional para sua implementação.

Assim, a decisão deve equilibrar precisão, segurança, custo e tempo de execução, conforme sistematizado por Dobriyal et al. (2017) e Iukhno; Buzmakov; Zorina, (2021), priorizando abordagens compatíveis com os recursos e restrições operacionais do projeto. Para realização desta primeira iniciativa do Projeto Mosaico de Águas, optou-se pela priorização do uso do método de mensuração de correntes com micromolinete e o uso do método do flutuador quando as condições de mensuração impossibilitaram o uso do micromolinete. Os métodos são detalhados a seguir.

2.2.1.1 Método do flutuador

Neste método, um objeto de baixa densidade é lançado em um curso d'água e percorre uma distância previamente conhecida, enquanto seu tempo de deslocamento é registrado. A partir da razão entre a distância percorrida e o tempo gasto, estima-se a velocidade do fluxo. Com a velocidade e a área média das seções transversais percorridas, é possível calcular a vazão (HERSHEY et al., 2009).



Recomenda-se o lançamento de 5 a 10 flutuadores, garantindo um tempo de deslocamento superior a 20 segundos para minimizar erros (DOBRYIAL et al., 2017; WHITING, 2016). Além disso, sugere-se que a distância percorrida pelos flutuadores seja de 4 a 5 vezes a largura do canal (HERSHEY, 2009).

As seções foram subdivididas em quatro subseções, onde os flutuadores foram lançados conforme a recomendação mínima de Hershey (2009). Em cada subseção, foram realizados pelo menos três lançamentos, posicionados a aproximadamente ± 1 m da seção mais a montante. A velocidade foi calculada dividindo a distância percorrida pelo flutuador pelo tempo de deslocamento.

Como a velocidade varia com a profundidade, a velocidade média foi estimada utilizando coeficientes ajustados à rugosidade do leito. Valores entre 0,8 e 0,9 são frequentemente adotados (GORE; BANNING, 2017), embora também possam ser determinados por meio das equações de Manning e Chezy (HERSHEY, 2009). Neste estudo, foi utilizado um coeficiente de 0,8.

As vazões das subseções foram obtidas multiplicando a área de cada subseção—calculada pela média das áreas correspondentes em cada subseção—pela velocidade registrada. Por fim, a vazão total da seção foi determinada pela soma das vazões das subseções (HERSHEY, 2009).

Dobryial et al. (2017) recomendam a aplicação desse método para rios pequenos e retilíneos com baixo fluxo, mas destacam que sua utilização em rios mais volumosos é questionável. Por outro lado, Whiting (2016) afirma que o método do flutuador é uma alternativa válida quando outras técnicas não são viáveis, seja por questões de segurança ou indisponibilidade de equipamentos. No entanto, ressalta que outros métodos apresentam maior precisão, já que a margem de erro do método do flutuador varia entre $\pm 10\%$ e 20% .

2.2.1.2 Método de mensuração de correntes com micromolinete

O método de mensuração de correntes envolve a mensuração das velocidades dos fluxos em vários pontos em uma seção transversal. Diferentes equipamentos podem ser utilizados para realizar as medições de velocidade, como por exemplo, o molinete (medidor mecânico de corrente); o medidor de velocidade acústico (Acoustic Doppler Velocimeter - ADV) e o eletromagnético (WHITING, 2016).



No caso do molinete (medidor mecânico de correntes) as velocidades são obtidas pela razão entre a rotação de uma hélice (medidor com eixo axial horizontal) em um intervalo de tempo pré-determinado. Já o ADV emite um sinal sonoro e mede o sinal refletido pelas partículas suspensas na água e pelas diferenças de frequências são obtidas as velocidades. Por último, o eletromagnético faz uso do princípio de Faraday de que uma tensão elétrica é produzida quando um condutor (água) se move por um campo eletromagnético, nessa situação, gerado por uma sonda. Então, eletrodos na superfície da sonda medem a tensão, que é proporcional à velocidade. Apesar de utilizarem diferentes princípios físicos, os procedimentos para realização das medições de velocidade são os mesmos (WHITING, 2016). As medições podem ainda ser realizadas a vácuo, embarcado ou sobre pontes, porém os equipamentos são adaptados a essas condições (HERSHEY, 2009).

Para obtenção da vazão pelo método de mensuração de corrente a seção transversal é dividida em subseções pelo posicionamento de verticais, onde as medições de velocidade acontecem. Por meio da velocidade média e a área da subseção são estimadas as vazões na subseção. A soma das vazões nas subseções resulta na vazão do corpo hídrico (GORE; BANNING, 2017; WHITING, 2016; HERSHEY, 2009).

Duas abordagens podem ser utilizadas para os cálculos das vazões: meia seção ou seção média. No caso da meia seção, considera-se que as verticais estão posicionadas no meio da subseção e esta é delimitada, para ambos os lados, pela metade da distância entre as verticais, conforme Figura 1. Já no caso da seção média, a subseção é delimitada por duas verticais. Aqui, para o cálculo das vazões na subseção são realizadas as médias das velocidades médias e profundidades nas verticais, conforme Figura 2.



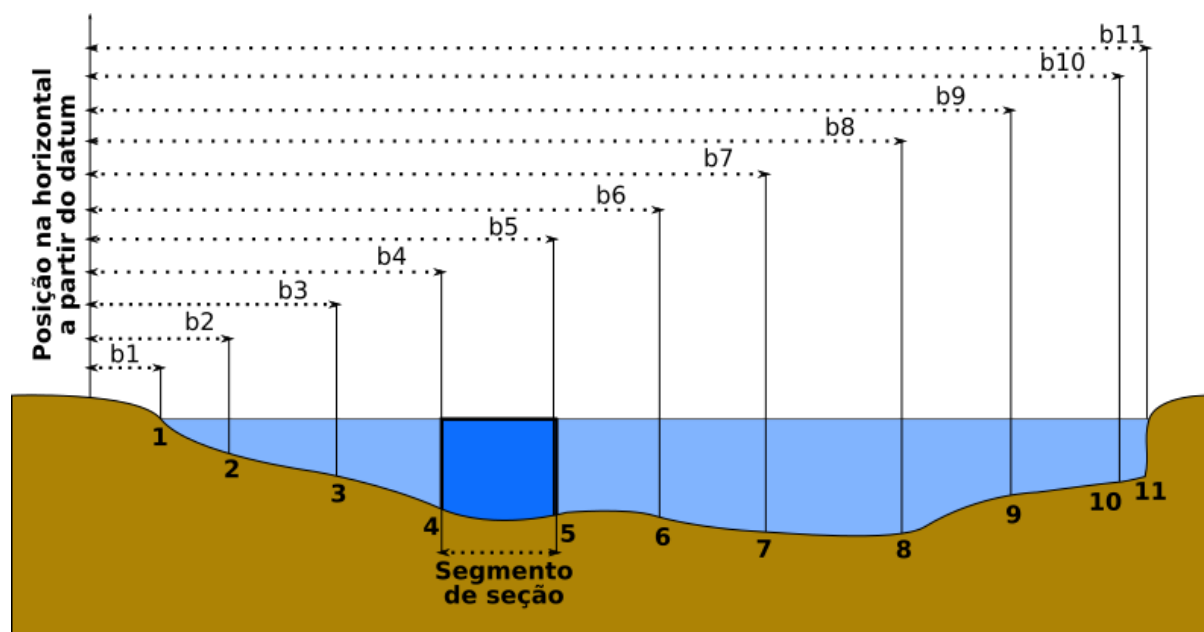


Figura 1: Abordagem de meia seção para cálculo das vazões. Adaptado de Hershy, 2009.

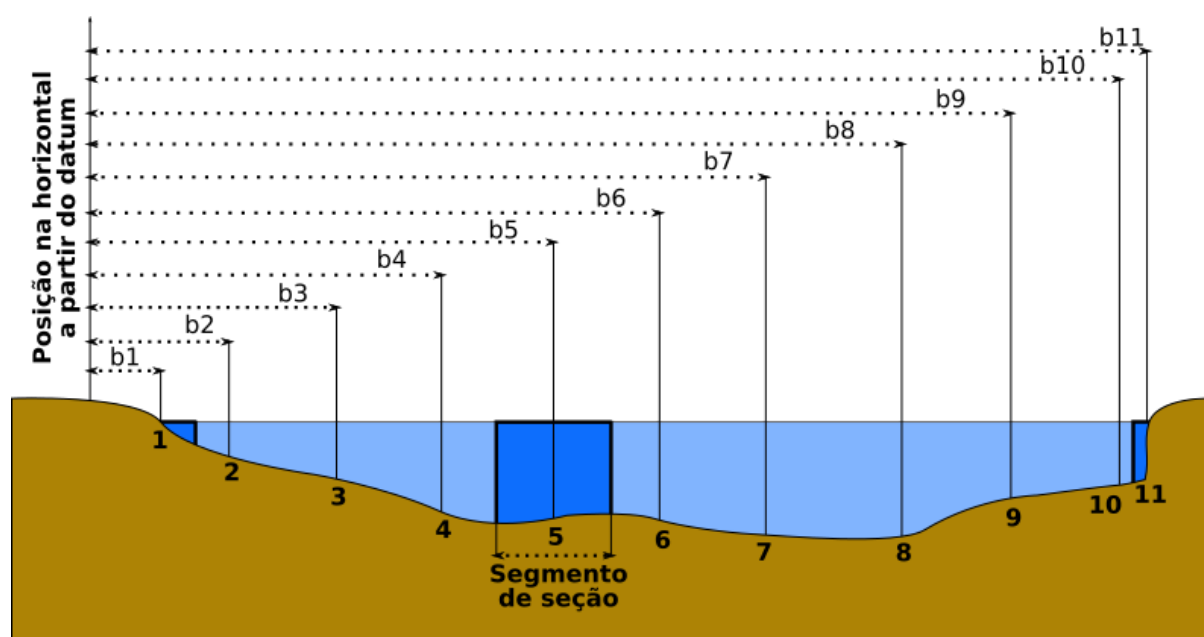


Figura 2: Abordagem de seção média para o cálculo de vazões. Adaptado de Hershy, 2009.

As vazões nas subseções para cada abordagem são obtidas conforme Equação 3 e Equação 4, respectivamente (HERSHEY, 2009).

$$q_x = \bar{v}_x \left[\frac{b_{x+1} - b_{x-1}}{2} \right] \cdot d_x \quad (3)$$

$$q_{x,x+1} = \left(\frac{\bar{v}_x + \bar{v}_{x+1}}{2} \right) \cdot \left(\frac{d_x + d_{x+1}}{2} \right) \cdot (b_x - b_{x+1}) \quad (4)$$

Vale destacar que na abordagem de meia seção há a necessidade de estimar também as vazões próximas às margens (destacadas em azul escuro na Figura 1). No caso da vertical 1, como a profundidade é 0 (zero), também será. Porém, diferente da vertical 1, na vertical 11 o ponto de encontro entre o canal e a margem é abrupto (vertical) e a profundidade é diferente de 0 (zero). Neste caso a velocidade se mede o mais próximo possível da margem e utiliza-se a 5.

$$q_x = \bar{v}_x \left[\frac{b_{x+1} - b_x}{2} \right] \cdot d_x \quad (5)$$

Como a velocidade varia com a profundidade, a velocidade média na vertical pode ser obtida com uma ou mais medições em diferentes profundidades a depender da curvatura do perfil da velocidade. Carvalho (2008) recomenda a distribuição de mensurações na vertical de acordo com a Tabela 1, porém outras distribuições podem ser possíveis, principalmente quando as condições de rugosidade do leito são muito elevadas em comparação com a profundidade e o perfil de velocidade pode não ser típico. Nestes casos uma alternativa possível é realizar as medições em intervalos de 0,1 P e realizar a média (WITHING, 2016). Na Tabela 1, as equações das velocidades médias nas verticais são apresentadas segundo Hershy (2009) e Carvalho (2008).

Tabela 1: Distribuição de medições ao longo das verticais conforme a profundidade.

Profundidades (m)	Número de pontos	Posição dos pontos (m)	Velocidade média
0,15 - 0,60	1	0,6P	$V_{0,6P}$
0,6 - 1,20	2	0,2P e 0,8P	$(V_{0,2P} + V_{0,8P}) \cdot 0,5$
1,20 - 2,00	3	0,2P; 0,6P; 0,8P	$(V_{0,2P} + 2 \cdot V_{0,6P} + V_{0,8P}) \cdot 0,25$

2,00 - 4,00	4	0,2P; 0,4P; 0,6P e 0,8P	**
*	5	Superfície (s); 0,2P; 0,6P; 0,8P e fundo (f)	$(V_s + 3 \cdot V_{0,2P} + 3 \cdot V_{0,6P} + 2 \cdot V_{0,8P} + V_f) \cdot 0,1$
> 4,00	6	Superfície (s); 0,2P; 0,4P; 0,6P; 0,8P e fundo (f)	$(V_s + 3 \cdot V_{0,2P} + 3 \cdot V_{0,6P} + 2 \cdot V_{0,8P} + V_f) \cdot 0,1$

*: sem recomendações de Carvalho (2008);

**: sem recomendações de Hershy (2009).

Hershy (2009) recomenda o uso de 20 a 30 verticais, com exceção dos cursos d'água muito estreitos onde tais quantidades de verticais sejam impraticáveis. O espaçamento entre as seções podem ser realizados de modo equidistantes, de modo que os segmentos fiquem com fluxos iguais ou de acordo com perfil do leito (de modo que o espaçamento seja menor conforme as profundidades e velocidades aumentem). Independente do critério para espaçamento, é recomendado arranjar a distribuição das verticais de modo que nas subseções não existam vazões superiores a 10% da vazão total do curso d'água (alguns mais criteriosos utilizam 5%). Whiting (2016) recomenda que a mensuração de velocidade deva ser realizada durante pelo menos 30s.

O método é considerado preciso e tempo efetivo, porém sua aplicação é considerada cara e podem ser aplicadas apenas durante curtos intervalos de tempo (DOBRYIAL et al., 2017). Este método é adequado para regiões montanhosas, porém rochas presentes no leito do rio reduzem a precisão do método (IUKHNO; BUZMAKOV; ZORINA, 2021, DOBRYIAL et al., 2017, WHITING, 2016).

2.2.2 Procedimentos de coleta de amostras, análise físico químicas e isotópica.

As coletas foram realizadas através de procedimentos operacionais padrão, da realização da coleta, armazenamento e transporte de água, para a realização das análises no laboratório. Como em qualquer análise laboratorial, a coleta das amostras de forma adequada é essencial para garantir a representatividade e, consequentemente, resultados confiáveis.

Existem muitos problemas que podem contribuir para que os resultados analíticos não sejam satisfatórios. Assim, certos cuidados devem ser tomados para que as contaminações sejam minimizadas.

Os tipos de frascos a serem utilizados para coleta e estocagem de amostras devem ser escolhidos cuidadosamente, de acordo com o tipo de amostra a ser coletada. A limpeza dos frascos e tampas é também de grande importância para impedir a introdução de contaminantes nas amostras. Além disso, o intervalo de tempo entre a amostragem e as análises pode alterar a sua composição inicial, principalmente quando estas análises são quantitativas, ou seja, relacionadas à concentração de analitos em pequenas concentrações. Dessa forma, o planejamento da coleta deve ser cuidadoso, de forma a fornecer a quantidade suficiente de amostra para a realização dos testes pretendidos.

2.2.2.1 Plano de Amostragem

O planejamento da amostragem tem como objetivo definir as atividades de coleta, preservação, manipulação e transporte das amostras, de forma a garantir todas as informações de interesse com precisão. Nesta fase de planejamento, devem-se detalhar os procedimentos de coleta das amostras, considerando os métodos de análises que serão empregados, bem como prever recursos financeiros, materiais e humanos necessários para a realização da amostragem.

De acordo com a NBR ISO/IEC 17.025 (2001), a amostragem é um procedimento definido, pela qual uma parte da substância, material ou produto é retirada para produzir uma amostragem representativa do todo, para realização dos ensaios desejados.

O ideal é realizar um documento auxiliar onde conste todas as informações necessárias aos responsáveis pelas coletas. Neste deve constar todos os materiais a serem entregues para equipe de campo, método de coleta e armazenamento, calendário de coleta e atividades, telefones, nomes dos responsáveis e endereço dos laboratórios, detalhes sobre a logística e transporte quando necessário.

2.2.2.2 Coleta de amostras e procedimentos de campo

Para coletas das amostras é recomendada a criação de uma lista de checagem antes da partida para a coleta das amostras em campo, para evitar que a equipe responsável pela coleta não possa realizá-la devido à falta de algum equipamento ou material durante o trabalho de



campo. Os procedimentos de coleta de amostras devem ser seguidos segundo as necessidades da pesquisa.

O material dos frascos coletores pode sofrer pequenas variações dependendo do tipo de amostragem e das análises químicas pretendidas. Os frascos coletores devem ser resistentes, sempre em material inerte. Podem ser de vidro borosilicato, vidro borosilicato âmbar, de polietileno ou de polipropileno. As tampas devem ser do tipo auto lacráveis, para proporcionar uma boa vedação e maior confiabilidade na amostra. No LabEcoh/LAQUATEC do INPE são utilizados frascos de polietileno de alta densidade com tampas auto lacráveis. Os recipientes coletores devem ser sempre enxaguados com água deionizada. É aconselhável que sejam substituídos por recipientes novos, periodicamente ou quando necessário. Convém levar frascos adicionais ao programado, pois podem ocorrer contaminações ou vazamento, obrigando à substituição do frasco coletor e, em alguns casos, à repetição da coleta. Evitar tocar na parte interna dos frascos coletores e nas tampas, bem como evitar deixá-los expostos a poeira, fumaça e outras impurezas, que possam ser fontes de contaminação de amostras. Recomenda-se aos amostradores adotar a utilização de Equipamentos de Proteção Individual (EPI's), como luvas (as luvas não deverão ser lubrificadas com talco), botas, avental, máscara, óculos, etc., quando necessário, visando à proteção contra contaminação das amostras e também dos amostradores (no caso de águas com suspeita de contaminação). Os frascos coletores devem permanecer abertos somente o tempo necessário para o seu preenchimento e devem ser protegidos da ação direta da luz solar.

Para a descontaminação de recipientes, em geral, basta um bom enxágue com água deionizada. Entretanto, em campo, os frascos devem ser enxaguados por no mínimo 3 vezes com a água a ser amostrada, quando possível.

2.3.3 Parâmetros medidos em campo

Dependendo do tipo de amostragens, alguns parâmetros são medidos durante a coleta. As determinações de campo devem ser realizadas em frascos diferentes daqueles que serão enviados ao laboratório, evitando possíveis contaminações. Para determinação de pH, quando possível, deve ser utilizado pHmetro portátil ou papel de pH de boa qualidade. Para a determinação da temperatura deve-se utilizar um termômetro digital portátil com certificado de calibração ou termômetro calibrado com escala entre 0°C e 50°C. Além das determinações já citadas, é possível a realização das seguintes análises em campo: turbidez, condutividade e oxigênio dissolvido com utilização de uma sonda.



Todos os equipamentos a serem utilizados em campo devem estar calibrados e com certificado de calibração emitido por órgão competente. O técnico coletor não deve esquecer as soluções de calibração dos equipamentos. É válido ressaltar que os medidores de campo não fornecerão resultados precisos a menos que sejam calibrados antes de sua utilização. Em particular, o oxigênio dissolvido, pH e turbidez frequentemente variam durante o dia. É recomendado que a calibração seja feita antes de cada evento de amostragem. O oxigênio dissolvido (OD) é uma medida da quantidade de oxigênio disponível dentro de um corpo d'água e é medido em uma escala de 0 a 20 mg.L⁻¹ ou em porcentagem de saturação. O OD pode ser medido através da utilização de medidores portáteis ou por titulação. Caso não seja possível a medida em campo, as mesmas poderão ser feitas em até 24h após a coleta, desde que os recipientes coletores estejam bem fechados e ao abrigo de luz e do calor.

2.3.4 Separação e Preservação de Amostras de Campo

A quantidade de amostra a ser coletada em campo é determinada pela quantidade de amostra necessária para cada tipo de análise. Durante os trabalhos de campo desenvolvidos pelo LAQUATEC geralmente são coletados 500 ml de amostra de cada ponto de coleta para, posteriormente, em laboratório, as amostras serem divididas para cada tipo de análise.

As alíquotas de amostras para a análise química em laboratório devem ser separadas sabendo-se quais serão as espécies químicas que serão dosadas e a quantidade necessária para cada método empregado.

Para todos os tipos de análise é necessária a filtração prévia das amostras para a retirada de possíveis materiais particulados em suspensão. No LAQUATEC as amostras são filtradas em filtros de membrana de 0,22 µm ou 0,45 µm de poro com a finalidade de separar a fração solúvel e esterilizar as amostras, pois esse procedimento elimina também bactérias (geralmente maiores do que 0,2 µm).

Nas alíquotas onde será realizada dosagem de cátions e ânions por cromatografia iônica, as amostras devem ser filtradas em membrana de acetato de celulose com diâmetro de 25 mm e poro de 0,22 µm para a separação de possíveis materiais em suspensão, moléculas orgânicas, microrganismos e sementes de fungos (para impedir o desenvolvimento de fungos no interior da coluna, danificando-a) e proteger o sistema de injeção do cromatógrafo de íons.



No caso de alíquotas para determinação de espécies orgânicas (determinação de carbono e nitrogênio total via TOC/TN), é recomendado que o procedimento de filtração seja feito em filtros de fibra de vidro previamente calcinados.

Após a separação em alíquotas específicas para cada análise, é necessário preservar cada alíquota (para estabilização química) de acordo com as espécies químicas a serem dosadas. As técnicas de preservação são importantes para minimizar as alterações das amostras. Alguns métodos de preservação estão descritos a seguir:

a. Congelamento: método utilizado para aumentar o intervalo de tempo entre a amostragem e a análise, para a maior parte dos parâmetros de composição química (há perda de gases dissolvidos).

b. Refrigeração: manter as amostras entre 1 e 4°C preserva a maioria das características físicas, químicas e biológicas a curto prazo (até 24 horas), sendo recomendado para todas as amostras entre a coleta e a entrega ao laboratório. O gelo pode ser usado para resfriar rapidamente as amostras para 4°C antes do transporte. Recomenda-se a utilização de barras de gelo reutilizáveis, pois o gelo nunca deve entrar em contato direto com as amostras.

c. Adição de agentes químicos: é um método de preservação mais conveniente, quando possível, pois oferece maior grau de estabilização da amostra e por um tempo maior de estocagem.

Todas as amostras devem ser armazenadas, após a preservação apropriada, em geladeira a 4°C. Caso ocorra algum imprevisto e as amostras tenham que ser armazenadas por um período maior, recomenda-se monitorar um grupo de amostras, principalmente para as espécies menos estáveis como por exemplo, o nitrato.

2.3.5 Identificação das Amostras

Sempre que possível, os pontos de coleta devem ser descritos detalhadamente na ficha de coleta, incluindo, por exemplo, coordenadas, condições meteorológicas no dia da coleta e nas últimas vinte e quatro horas.

As equipes de campo devem identificar as amostras com preferencialmente todas as informações, sendo nome da UC, nome de quem coletou a amostras, de qual ponto se trata



(montante ou jusante), dia e hora da coleta. Com as amostras corretamente identificadas foi possível elaborar planilhas de acompanhamento como a constante a seguir.

Tabela 2: Exemplo de trecho da tabela de organização de resultados dos Parâmetros TOC, IC, TN a partir da identificação correta das amostras.

PROJETO MOSAICO DE ÁGUAS (PARÂMETROS TOC, IC, TN)							
Local de coleta	Campanha	Amostra	Data da coleta	Resultados (mg/L)			Data da análise
				Carbono Orgânico Total (NPOC) dissolvido	Carbono inorgânico (IC) dissolvido	Nitrogênio Total (TN) dissolvido	
Arranjo 1 PNI/APA EP – Parque Nacional do Itatiaia + APA Eng. Passos (Ribeirão da Água Branca)	1	Ponto A - Montante	7/26/2023	ND	1.192	0.169	8/2/2023
		Ponto B - Jusante	7/26/2023	ND	2.021	0.241	8/2/2023
	2	Ponto A - Montante	9/4/2023	1.023	1.520	0.268	9/6/2023
		Ponto B - Jusante	9/4/2023	1.854	1.970	0.411	9/6/2023
	3	Ponto A - Montante	9/25/2023	0.189	1.333	0.246	9/29/2023
		Ponto B - Jusante	9/25/2023	0.539	2.371	0.275	9/29/2023

Tabela 3: Exemplo de trecho da tabela de organização de resultados (Cor, Turbidez, Condutividade e DQO) a partir da identificação correta das amostras

Arranjo	UC	Ponto	Dia coleta	Horário coleta	Responsável Coleta	Dia análise	Horário análise	Média cor (uc)	Média turb	Cond. (uS/cm)	média DQO (mg O ₂ /L) - 420 nm
Arranjo	APA	Mont	24.07	apro	Ricardo	25.0	15h30	11,2	0,45	13,7	<3,0

o 7	SFX	ante		x 11h		7					
	APA SFX	Jusan te	24.07	apro x 11h	Ricardo	25.0 7	15h30	11,9	0,92	16,39	<3,0
Arranjo 10	APA Fernão Dias	Pont o A	25.07	15:5 0	Camila e Daiani	26.0 7	13h20	49,4	3,57	13,81	6,055
	APA Fernão Dias	Pont o B	25.07	15:5 0	Camila e Daiani	26.0 7	13h20	48,6	4,99	22,47	4,22
Arranjo 1	PNI + APA Eng. Passos	Pont o A	26.07	13:0 5	Alexan dre Chagas	27.0 7	14:40	20,9	0,28	12,11	3,225
	PNI + APA Eng. Passos	Pont o B	26.07	15:0 3	Alexan dre Chagas	27.0 7	14:45	31,2	1,78	17,82	3,82

2.3.5.1 Documentação

Todos os procedimentos de coleta devem ser documentados, através das fichas de coleta, fotos e relatórios. A localização de cada ponto de coleta, se possível, deve ser adquirida através da utilização de um GPS (Global Positioning System – Sistema de Posicionamento Global).

2.3.5.2 Acondicionamento e transporte das amostras

Após o procedimento de amostragem, as amostras devem ser acondicionadas de forma adequada, para evitar a contaminação das mesmas, e transportadas para o laboratório respeitando o tempo necessário para a análise química ocorrer dentro do prazo de validade da amostra.

As amostras devem ser transportadas em caixas térmicas. Geralmente o transporte é feito à temperatura de 4°C. Caso não exista a possibilidade do uso de caixas térmicas, o transporte poderá ser feito em caixas de isopor com gelo reciclável, evitando o contato direto entre o gelo e as amostras. Alguns procedimentos básicos devem ser seguidos para o transporte das amostras:

- a. Colocar os frascos coletores na caixa de transporte de tal maneira que fiquem firmes durante o transporte;
- b. Caso ocorra a utilização de gelo comum para o transporte, certificar-se de que os frascos coletores, ao final do transporte, não fiquem submersos na água formada, aumentando o risco de contaminação.
- c. Evitar colocar frascos de uma mesma amostra em caixas diferentes.



Projeto



Realização



Patrocínio



Parceiros



Imagem 3: Transporte das amostras em caixas térmicas e acondicionadas com gelo artificial

Imagem 4: Acondicionamento das amostras em geladeira até o momento do transporte para o laboratório quando necessário.

2.4 Ensaios Físico Químicos

2.4.1 pH

Potencial hidrogeniônico (pH), consiste em uma escala logarítmica que é capaz de medir o grau de acidez, neutralidade ou alcalinidade de uma determinada solução aquosa. Refere-se à concentração de $[H^+]$ em uma solução aquosa, indicando se uma solução é ácida (<7), neutra (7) ou alcalina (>7).

Técnica	Potenciometria
Equipamento	Medidor de pH/Condutividade modelo 914 marca Metrohm
Condições de análise	- Calibração do peagâmetro com solução tampão pH 7.0 e pH 4.0. - Verificação da calibração com solução de Ácido Sulfúrico 0,001N (pH $4,05 \pm 0,03$). - Medida direta na amostra sem agitação.

Limites para água doce: RESOLUÇÃO CONAMA N° 357, DE 17 DE MARÇO DE 2005

pH: Valor Máximo: 6,0 a 9,0 PORTARIA No 2.914, DE 12 DE DEZEMBRO DE 2011

Recomendado: pH: 6,0 a 9,5

2.4.2 Condutividade

A condutividade elétrica é a capacidade que um material possui em conduzir corrente elétrica (CE). Quanto maior for o valor de condutividade, melhor condutor elétrico e quanto menor for o valor, melhor isolante elétrico a solução medida será. Está relacionado com a concentração de íons solúveis em solução.

A condutividade aumenta conforme aumenta a temperatura. Portanto, adota-se a temperatura de 25 °C com padrão de medição.

Técnica	DDP (Diferença de Potencial). Lei de Ohm
Equipamento	Medidor de pH/Condutividade modelo 914 marca Metrohm
Condições de análise	- Calibração do condutivímetro com solução padrão de 24 $\mu\text{S}/\text{cm}$ - Medida direta na amostra sem agitação - Unidade de medida: microsiemens por centímetro ($\mu\text{S}/\text{cm}$) - Temperatura: 25 °C

2.4.3 Salinidade

Salinidade é a quantidade total de sais dissolvidos presente na composição de uma amostra de água. É obtida através da medida da condutividade. Quanto maior a condutividade, maior será a salinidade. A salinidade é uma grandeza adimensional. É a razão entre duas massas, ou seja, massa de sal dividido pela massa de solução (e.g.: g de sal/1000g de água) ou (%).

Técnica	Método indireto através da Condutividade
Equipamento	Medidor de pH/Condutividade modelo 914 marca Metrohm
Condições de análise	- Calibração do condutivímetro com solução padrão de 24 $\mu\text{S}/\text{cm}$ - Medida direta na amostra sem agitação. - Unidade de medida: adimensional (razão entre duas massas) - Temperatura: 25 °C.

Limites para água doce: RESOLUÇÃO CONAMA N° 357, DE 17 DE MARÇO DE 2005 igual ou inferior a 0,5 ‰

2.4.4 Sólidos Dissolvidos Totais (TDS)

O medidor de TDS mede a condutividade dos íons dissolvidos em uma solução em siemens, milisiemens ou microsiemens. Uma vez feita a leitura, uma fórmula é usada para



convertê-la em uma estimativa do TDS. Essa conversão é realizada automaticamente pelo medidor de condutividade.

Técnica	Método indireto através da Condutividade
Equipamento	Medidor de pH/Condutividade modelo 914 marca Metrohm
Condições de análise	- Calibração do condutímetro com solução padrão de 24 $\mu\text{S}/\text{cm}$ - Medida direta na amostra sem agitação. Temperatura: 25 °C. - Unidade de medida: mg/L.

Limites para água doce: RESOLUÇÃO CONAMA N° 357, DE 17 DE MARÇO DE 2005
 Valor Máximo: 500 mg/L

PORTARIA No 2.914, DE 12 DE DEZEMBRO DE 2011 VMP 1000 mg/L

2.4.5 Carbono Orgânico Total Dissolvido (TOC) e Carbono Inorgânico (IC)

O carbono é quantificado com a utilização de um analisador de carbono. Este equipamento é capaz de quantificar as concentrações de carbono orgânico e carbono inorgânico através da oxidação dos compostos orgânicos presentes na amostra, formando CO_2 . Este CO_2 é determinado por espectroscopia de infravermelho, através de um sensor infravermelho não dispersivo (non dispersive infrared sensor – NDIR). A quantidade de CO_2 na amostra é diretamente proporcional à concentração de carbono contido na amostra.

a. Carbono Orgânico Total Dissolvido (TOC)

Técnica	Oxidação por combustão catalítica.
Equipamento	Analisador de Carbono Orgânico Total marca: Shimadzu modelo: TOCVCPN, com injetor automático marca Shimadzu modelo ASI-V.
Condições de análise	- Temperatura do catalizador: 720 °C - Amostra filtrada em membrana de fibra de vidro - Remoção do IC: Solução de Ácido Clorídrico 2M

Projeto



Realização



Patrocínio



Parceiros



	Detector: NDIR Gás de arraste: Oxigênio Unidade de medida: mg/L Quantidade de amostra: 40mL
--	--

b. Carbono Inorgânico Total Dissolvido (IC)

Técnica	Reação com ácido clorídrico
Equipamento	Analizador de Carbono Orgânico Total marca: Shimadzu modelo: TOCVCPN, com injetor automático marca Shimadzu modelo ASI-V
Condições de análise	Amostra filtrada em membrana de fibra de vidro Conversão do IC: Solução de Ácido Clorídrico 2M Detector: NDIR Gás de arraste: Oxigênio Unidade de medida: mg/L Quantidade de amostra: 40mL

2.4.6 Nitrogênio Total Dissolvido (TN)

A amostra contendo nitrogênio é injetada em um forno, a alta temperatura, onde sofre combustão catalítica a 720°C. A pirólise oxidativa causa a conversão de nitrogênio em óxido nítrico (NO).

O NO é oxidado na presença de ozônio a óxido nítrico (NO₂). Durante esta reação a energia química é transformada em energia eletromagnética (quimiluminescência) e quantificado pelo detector.

Técnica	Combustão quimioluminescente oxidativa
Equipamento	Analizador de Carbono Orgânico Total marca: Shimadzu com unidade de medida de Nitrogênio Total modelo TNM-1, com injetor automático marca Shimadzu modelo ASI-V
Condições de análise	- Amostra filtrada em membrana de fibra de vidro - Conversão do IC: Solução de Ácido Clorídrico 2M - Detector: Quimiluminescência

	- Gás de arraste: Oxigênio - Unidade de medida: mg/L - Quantidade de amostra: 40mL
--	--

2.4.7 Determinação de ânions e cátions por cromatografia de íons

Um pequeno volume de amostra é introduzido dentro do cromatógrafo de íons. Os ânions de interesse são separados e quantificados através da utilização de um sistema composto por uma coluna analítica, pré-coluna, supressor químico (para ânions) e detector de condutividade.

2.4.8 Ânions Inorgânicos

Técnica	Cromatografia líquida de íons
Equipamento	Cromatógrafo a Líquido de Íons com supressão química, Modelo: 850 Professional IC, Fabricante: Metrohm com Injetor Automático IC Modelo: 858 Professional Sampler Processor.
Condições de análise	- Volume de injeção (loop): 10 µL - Detector: Condutividade - Tempo de análise: 11 minutos - Integração: Automática - Coluna: Metrosep A Supp 5 (Álcool Polivinílico com grupo de amônio quaternário) - Supressor Químico - Ácido Sulfúrico 100 mM em água ultrapura (H₂SO₄ 100 mM) - Eluente: Carbonato de Sódio (Na₂CO₃) 3,2 mM e Carbonato Ácido de Sódio (NaHCO₃) 1,0 mM em água ultrapura. - Fluxo: 0,7 ml/min - Temperatura: 30°C - Amostra filtrada em membrana de Acetato de celulose
Ordem de eluição	F- / Cl- / NO ₂ ⁻ / NO ₃ ⁻ / PO ₄ ³⁻ / SO ₄ ²⁻

Limites para água doce: RESOLUÇÃO CONAMA N° 357, DE 17 DE MARÇO DE 2005

Fluoreto: Valor Máximo: 1,4 mg/L F

Nitrato: Valor Máximo: 10,0 mg/L N

Nitrito: Valor Máximo: 1,0 mg/L N

Sulfato total: Valor Máximo: 250 mg/L SO₄

PORTARIA No 2.914, DE 12 DE DEZEMBRO DE 2011

Nitrato: VMP 10,0 mg/L

Nitrito: VMP 1,0 mg/L

Cloreto: VMP 250 mg/L

Sulfato: VMP 250 mg/L

2.4.9 Cátions

Técnica	Cromatografia líquida de íons
Equipamento	Cromatógrafo a Líquido de Íons, Modelo: 850 Professional IC, Fabricante: Metrohm, Módulo de extensão para análise de cátions Modelo: 872 com Injetor Automático IC Modelo: 858 Professional Sampler Processor.
Condições de análise	- Volume de injeção (loop): 100 µL - Detector: Condutividade - Tempo de análise: 20 minutos - Integração: Automática - Coluna: Metrosep C4 (Sílica gel com grupo carboxílico) - Eluente: 0,7mM de Ácido Dipicolínico e 2,8mM de Ácido Nítrico em água ultrapura - Fluxo: 0,9 ml/min - Temperatura: 30°C - Amostra filtrada em membrana de Acetato de celulose
Ordem de eluição	Na ⁺ / NH ₄ ⁺ / K ⁺ / Ca ²⁺ / Mg ²⁺

Limites para água doce: RESOLUÇÃO CONAMA N° 357, DE 17 DE MARÇO DE 2005

Projeto



Realização



Patrocínio



Parceiros



Nitrogênio amoniacal total:

13,3 mg/L N, para pH menor ou igual a 7,5

5,6 mg/L N, para pH entre 7,5 e 8,0

2,2 mg/L N, para pH entre 8,0 e 8,5

1,0 mg/L N, para pH maior ou igual a 8,5

PORTARIA No 2.914, DE 12 DE DEZEMBRO DE 2011

Amônia (como NH₃): VMP 1,5 mg/L

Sódio: VMP 200 mg/L

2.4.10 Determinação de Alumínio por Análise de Injeção em Fluxo (FIA)

O alumínio pode ser encontrado em águas superficiais e subterrâneas devido a fatores físico-químicos e geológicos. Também pode ser fonte de contaminação de alumínio, atividades humanas (antropogênica) como despejo de resíduos industriais ou domésticos.

O método baseia-se na determinação de Alumínio por colorimetria. O Alumínio reage com violeta de pirocatecol em pH 6,2 para formar um complexo colorido que é absorvido a 580 nm. Cloridrato de Hidroxilamina e Ortofenantrolina são adicionados para eliminar interferência do íon Ferro.

Técnica	Colorimetria por FIA
Equipamento	Cromatógrafo a Líquido de Íons, Modelo: 850 Professional IC, Fabricante: Metrohm, Módulo de extensão para análise de cátions Modelo: 872 com Injetor Automático IC Modelo: 858 Professional Sampler Processor. Sistema de Análise de Injeção de Fluxo (FIA) QuickChem modelo 8500, marca LACHAT, com injetor automático.
Condições de análise	- Volume de injeção (loop): 100 µL - Detector: Condutividade - Tempo de análise: 20 minutos - Integração: Automática

Projeto



Realização



Patrocínio



Parceiros



	- Coluna: Metrosep C4 (Sílica gel com grupo carboxílico) - Eluente: 0,7mM de Ácido Dipicolínico e 2,8mM de Ácido Nítrico em água ultrapura - Fluxo: 0,9 ml/min - Temperatura: 30°C - Amostra filtrada em membrana de Acetato de celulose - Solução de Hexametilenotetramina, Solução de Ortofenantrolina, Solução de Violeta de Pírocatecol e solução padrão de Alumínio 1000 mg/L Comprimento de onda: 580nm - Amostra filtrada em membrana de Acetato de celulose
Ordem de eluição	Na ⁺ / NH ₄ ⁺ / K ⁺ / Ca ²⁺ / Mg ²⁺

Limites para água doce: RESOLUÇÃO CONAMA N° 357, DE 17 DE MARÇO DE 2005

Valor Máximo: 0,2 mg/L Al

PORTARIA No 2.914, DE 12 DE DEZEMBRO DE 2011

VMP: 0,2 mg/L Al

2.4.11 Determinação de Isótopos de água ($\delta^{18}\text{O}$ e $\delta^2\text{H}$)

Isótopos estáveis de água (hidrogênio e oxigênio) são traçadores naturais na atmosfera e na hidrosfera, e há muito tempo são usados para melhorar nossa compreensão do ciclo hidrológico e dos processos climáticos (Dansgaard, 1953, 1954; Gat, 1996).

O princípio de medição do CRDS é baseado na absorção de um pulso de laser em um comprimento de onda específico para um determinado isótopo, ou seja, moléculas que diferem somente em termos de composição isotópica.

Técnica	Espectroscopia a Laser
Equipamento	Analizador de isótopos marca Picarro modelo L2130-i, vaporizador modelo A0211, com injetor automático.
Condições	- Detector: Cavity RingDown Spectrometer (CRDS)

de análise	- Temperatura vaporizador: 110 °C - Volume de injeção: 2µL - Pressão da cavidade: 50Torr - Temperatura da cavidade: 80 °C - Amostra filtrada em filtro PTFE 0,22µm
-------------------	--

2.4.12 Demanda Química de Oxigênio (DQO)

A Demanda Química de Oxigênio (DQO) é um parâmetro que mede a quantidade de matéria orgânica de forma indireta, ou seja, não determina a concentração de substâncias orgânicas específicas e individuais (POHLING,2009),mas determina a quantidade de oxigênio necessária para oxidar quimicamente a matéria orgânica e inorgânica oxidável de uma determinada amostra aquosa (GARCEZ, 2004) em meio fortemente ácido e em condições controladas de temperatura e tempo de reação, sem a intervenção de microrganismos (POHLING, 2009). Em condições naturais, o DQO de águas superficiais pode apresentar valores de até 20 mg/L (CHAPMAN e KIMSTACH, 1996).

Técnica	Método Hach 8000, baseado em USEPA e Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 5220 D
Equipamento	Bloco digestor Dry-Block SL – 16/30 + Espectrofotômetro Genesys 50
Condições de análise	-Curva de calibração com pelo menos 5 pontos a partir de solução padrão primário de DQO de 1000 mg/L. Foi diluído para as concentrações: 0 mg/L ;3,75 mg/L;7,5 mg/L; 15 mg/L; 30 mg/L. - Kit de reagentes prontos na faixa de 0,7 a 40 mg/L - Unidade de medida: miligramas por litro (mg/L) - Digestão a 150 °C por 2 horas.

2.4.13 Cor aparente

A cor visível de uma amostra de água está relacionada aos diferentes comprimentos de onda não absorvidos por ela (CHAPMAN e KIMSTACH, 1996). Existem dois tipos de cor: aparente e verdadeira. A cor verdadeira é causada por material dissolvido e colóides. Dentre os colóides orgânicos pode-se mencionar os ácidos húmico e fúlvico, substâncias naturais resultantes da decomposição parcial de compostos orgânicos presentes em folhas, dentre outros substratos. E dentre os inorgânicos, destacam-se os óxidos de ferro e manganês,



abundantes em diversos tipos de solos (CETESB, 2022). Já a cor aparente é causada por partículas coloridas e pela refração e reflexão da luz nas partículas em suspensão (CHAPMAN e KIMSTACH, 1996), ou seja, a cor aparente é influenciada pela turbidez na cor verdadeira, na qual a luz ao sofrer reflexão e dispersão pelas partículas suspensas, altera a coloração original da água. A cor verdadeira só pode ser medida numa amostra após filtração ou centrifugação.

Técnica	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22º Ed. – 2120E
Equipamento	Colorímetro AquaColor Cor - Policontrol
Condições de análise	-Calibração do colorímetro com padrões 0 ntu, 10 ntu, 100 ntu e 500 ntu - Medida direta na amostra em suspensão - Unidade de medida: unidade de cor (uC)

2.4.14 Turbidez

A turbidez representa a atenuação da intensidade que um feixe de luz sofre ao transpassar uma amostra, de modo que a luz seja dispersa e absorvida em vez de transmitida (APHA, 1999). Deve-se a presença de sólidos suspensos, que variam em tamanho de aproximadamente 10 nm de diâmetro a 0,1 mm de diâmetro (CHAPMAN e KIMSTACH, 1996), provenientes de partículas inorgânicas (areia, silte e argila) e orgânicas, tais como algas, bactérias e plâncton (CETESB, 2022). A presença de substâncias dissolvidas, que alteram a cor, ao também absorvem a luz, pode causar uma interferência negativa (APHA, 1999). A turbidez pode variar sazonalmente de acordo com a atividade biológica na coluna de água, escoamento superficial e precipitações. A turbidez pode correlacionar-se com os sólidos suspensos totais, que são quantificados por gravimetria (CHAPMAN e KIMSTACH, 1996).

Técnica	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 2130B
Equipamento	Turbidímetro AP2000 IR - Policontrol
Condições de análise	-Calibração do turbidímetro com padrões 0 ntu, 20 ntu, 100 ntu e 800 ntu - Medida direta na amostra em suspensão

Projeto



Realização



Patrocínio



Parceiros



	- Unidade de medida: unidade nefelométrica de turbidez (ntu)
--	--

2.5 Ajustes Metodológicos

Para análise de DQO inicialmente foi utilizado kit de reagentes para faixa entre 3 a 150 mg/L. De acordo com os resultados obtidos no primeiro mês de campanha optou-se por utilizar a faixa mais baixa (0,7 a 40 mg/L) para os próximos meses, uma vez que algumas amostras obtiveram valores menores que 3 mg/L. Em casos excepcionais, para valores acima do limite, foram feitas diluições 1:1 (água desmineralizada:amostra) para atender à faixa utilizada.

Ainda em relação ao mesmo parâmetro, para a conservação da amostra é necessário manter em $\text{pH} \leq 2,0$. Foi utilizado inicialmente 12 gotas de ácido clorídrico com concentração de 50% (aproximadamente 6 mL). O valor foi acima do necessário para a manutenção do pH na faixa ideal. Com a primeira leva amostras em laboratório, foi realizado o teste de redução do pH com as amostras (sem ácido) e calculado um novo volume de ácido de modo que todas as amostras atingissem $\text{pH} < 1,9$. Passou então a ser recomendado para as próximas campanhas a redução de 12 para 7 gotas. Foi feita a verificação do pH da amostra com ácido em duas campanhas ao longo do projeto, apresentando os resultados dentro do esperado.

3. DESAFIOS E LIÇÕES APRENDIDAS

3.1. Desafios Técnicos

3.1.1. Dificuldades no trabalho de campo, como dificuldades na coleta de dados em condições específicas.

Durante a execução do monitoramento, foi recorrente a dificuldade de medição de vazão em trechos de rios localizados em áreas de relevo acidentado, onde o leito rochoso, a presença de blocos expostos e a forte variação sazonal dos fluxos comprometeram a precisão das medições com micromolinetete. Esses obstáculos evidenciaram a necessidade de considerar, desde o início do planejamento, a viabilidade técnica da metodologia empregada em cada ponto. Em casos extremos, deve-se avaliar a adoção de métodos alternativos, como estruturas físicas de controle de vazão ou método da diluição, capazes de garantir a qualidade



das informações coletadas. Além disso, o uso de sensores para monitoramento das vazões também deve ser avaliado, garantindo continuidade das medições.

Outra lição relevante foi a importância de um planejamento detalhado na definição dos pontos de monitoramento. A seleção criteriosa das seções transversais — levando em conta a estabilidade do leito, a regularidade da forma e a facilidade de acesso — demonstrou ser decisiva para a consistência do protocolo e a segurança das equipes de campo. A escolha inadequada de pontos pode comprometer seriamente a continuidade das coletas e a qualidade dos dados, resultando em lacunas ou retrabalho. Assim, o investimento inicial em visitas técnicas e avaliações prévias revelou-se uma etapa essencial do processo de implementação.

3.2. Desafios Logísticos

A logística do projeto Mosaico de Águas foi um dos grandes desafios enfrentados ao longo do ano hidrológico. A articulação com todas as Unidades de Conservação (UCs) e servidores exigiu esforço contínuo de comunicação e coordenação. Para facilitar esse processo, foram criados grupos específicos por arranjo no WhatsApp, o que possibilitou uma comunicação mais direta e eficiente.

A rede de apoio das UCs que forneceram apoio com servidores, carros, combustível, hospedagem, mobilização dos moradores, dentre outros, foi fundamental, especialmente para coleta, armazenamento e o transporte de amostras dos pontos de coleta até os laboratórios em São José dos Campos. Foi construída uma verdadeira rede colaborativa para encurtar distâncias e garantir a regularidade das coletas mensais.

As rotas foram organizadas em arranjos regionais: o PESP levava as amostras até a FLONA P4, que por sua vez encaminhava ao MONA MP. Ao mesmo tempo, a APASA transportava as amostras da RPPN Agulhas Negras, APAEP e PNI também até o MONA MP, ponto de partida final até São José dos Campos. Em outro trecho do território, a equipe da Mineração Corrêa era responsável pelas amostras coletadas na própria unidade e no PECJ. Já as equipes da APAFD e APASFX faziam o transporte de suas amostras de forma independente diretamente até o laboratório.

Manter todos mobilizados durante todo o ano hidrológico e garantir que o material necessário (frascos, luvas, caixas térmicas, ácidos, etc) circulasse de forma eficiente pelos três estados foi uma conquista coletiva que refletiu o comprometimento de todos os envolvidos no projeto.



Realização



Patrocínio



Parceiros



Outro desafio enfrentado pelo projeto foi em relação aos recursos financeiros. Embora sua execução só tenha sido possível graças ao financiamento da Fundação Grupo Boticário, apoio das UCs e Instituições, um projeto com a dimensão e complexidade do Mosaico de Águas demanda recursos robustos e múltiplos cofinanciamentos.

Ciente dessa necessidade, a equipe esteve continuamente empenhada em buscar novas fontes de apoio, o que resultou na aprovação de um projeto complementar junto ao Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (CBH-PS). No entanto, apesar dessa importante conquista, optou-se por não captar o recurso naquele momento, uma vez que as ações previstas estariam desalinhadas com o cronograma do ano hidrológico em que o projeto principal foi executado.

A experiência reforça a importância da sustentabilidade financeira para a continuidade de iniciativas como essa. Nesse sentido, é fundamental fortalecer parcerias, buscar novos financiamentos, apoios institucionais e doações, garantindo não apenas a execução, mas também a permanência e ampliação dos impactos positivos do projeto.

4. PONTOS DE COLETA E ÁREAS DE ESTUDO

4.1. Recomendações sobre a manutenção e possível expansão dos pontos de coleta.

Recomenda-se a continuidade do monitoramento nos pontos de coleta estabelecidos, garantindo a manutenção da série histórica de dados. Para isso, é essencial fortalecer a estrutura local de apoio às coletas, incluindo capacitação contínua das equipes envolvidas, revisão periódica da logística e reforço das parcerias institucionais já estabelecidas. A sustentabilidade dessa rede dependerá da integração permanente entre as UCs, do engajamento das equipes técnicas e da disponibilidade de recursos.

4.2. Sugestões para incluir novas áreas de estudo ou pontos de amostragem conforme o projeto avance.

Com base na experiência adquirida durante a execução do projeto Mosaico de Águas, é possível traçar algumas recomendações importantes para uma possível expansão dos pontos de coleta, bem como sugestões para a inclusão de novas áreas de estudo. Considerando a complexidade territorial dos mosaicos, compostos por UCs de diferentes categorias e esferas de gestão, a expansão da rede de monitoramento precisa ser planejada de forma estratégica e integrada, considerando todos os pontos apresentados do presente protocolo.



A ampliação dos pontos de amostragem deve considerar critérios técnicos e operacionais como:

- a. Categoria e esfera de gestão das UCs: A possibilidade de inclusão de novos pontos deve refletir a diversidade de categorias (federais, estaduais, municipais, RPPNs) para ampliar a representatividade dos dados no território e entender o reflexo do grau e categoria de proteção no uso do solo, por exemplo;
- b. Área total da UC e presença de corpos hídricos: unidades com maior extensão territorial e com corpos d'água expressivos podem ser priorizados, desde que haja equipamentos adequados e segurança para a equipe; especialmente quando os recursos hídricos cumprem funções ecológicas, sociais ou econômicas relevantes;
- c. Existência de equipe técnica local ou apoio institucional: a presença de equipes técnicas locais ou parcerias com instituições de apoio facilita a implementação e manutenção dos pontos de coleta;
- d. Histórico de ações relacionadas à gestão de recursos hídricos ou conservação da vegetação: áreas onde já existem projetos em curso ou ações anteriores voltadas à conservação ambiental e à gestão hídrica podem ser incorporadas de forma mais eficiente ao monitoramento;
- e. Condições de acesso e infraestrutura mínima: a viabilidade logística também deve ser considerada, priorizando áreas que possuam acesso regular, meios de transporte e estruturas básicas de apoio às atividades de campo.

5. EQUIPE E ORGANIZAÇÃO DO PROJETO

A equipe do projeto Mosaico de Águas foi composta por profissionais de diferentes áreas, o que contribuiu de forma significativa para a execução das atividades. A diversidade de formações permitiu lidar com os diversos aspectos do projeto, resultando em uma abordagem integrada que mostrou-se adequada à complexidade do território e deve ser considerada em futuras proposições do projeto.

Assim, recomenda-se a manutenção de uma equipe multidisciplinar e tecnicamente estruturada, com profissionais devidamente remunerados. Embora o trabalho voluntário tenha sido um diferencial positivo e bem-vindo em muitos momentos, é fundamental reconhecer



que o projeto demanda alta carga horária e dedicação contínua, o que exige a valorização profissional de todos os envolvidos, desde funções técnicas até administrativas e operacionais.

Uma sugestão de estrutura mínima ideal de equipe deve contemplar os seguintes papéis:

- Coordenação geral do projeto – responsável pelo planejamento estratégico, articulação institucional e cumprimento das metas globais;
- Coordenação de campo – para garantir o bom andamento das atividades in loco, logística e suporte às equipes de coleta;
- Coordenação de quantidade de água – com foco no monitoramento hidrológico e análise de vazão e regime dos corpos d’água;
- Coordenação de qualidade de água – dedicada ao acompanhamento dos parâmetros físico-químicos e biológicos das amostras;
- Coordenação de comunicação – para promover a articulação entre os envolvidos, dar visibilidade às ações e engajar novos parceiros;
- Equipe técnica de apoio – incluindo biólogos, geógrafos, engenheiros ambientais, gestores, analistas de dados, auxiliares de campo, entre outros

É recomendada a definição de uma equipe fixa para os trabalhos de campo, garantindo continuidade e eficiência no processo de coleta e monitoramento. Sempre que possível, deve-se assegurar a presença mínima de dois técnicos por atividade de campo, tanto por questões de segurança quanto para otimizar o desempenho das atividades.

Outro aspecto essencial é a continuidade da participação das Unidades de Conservação (UCs) e o engajamento comunitário. A inclusão ativa das UCs e das comunidades locais não só fortalece o sentimento de pertencimento ao projeto, como também contribui para a redução de custos operacionais e maior adesão às atividades propostas. Esse envolvimento permite ainda atender de forma mais sensível e eficaz às demandas específicas de cada unidade, respeitando suas características, realidades e necessidades, dentro dos parâmetros de monitoramento estabelecidos.



6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A continuidade do monitoramento hidrológico é essencial para embasar a tomada de decisões sobre o uso e manejo dos recursos naturais, especialmente no que diz respeito aos serviços ecossistêmicos. Para que essas decisões sejam eficazes, é necessário compreender quais serviços ecossistêmicos estão sendo fornecidos, bem como sua qualidade e quantidade.

O monitoramento sistemático oferece as informações necessárias para essa compreensão, permitindo o reconhecimento da contribuição das UCs para o provisionamento hídrico regional. Assim, a manutenção de uma base contínua de dados é fundamental para orientar políticas públicas, práticas de manejo e estratégias de conservação eficazes.

Cabe destacar que o projeto sofreu algumas adaptações ao longo de sua realização, a fim de torná-lo viável com os recursos financeiros e materiais que possuímos no momento e que a continuidade dos esforços de conservação deste projeto depende em grande parte da difusão e visibilidade deste e de seus resultados, sobretudo demonstrando a articulação institucional e a rede de parcerias que foi estabelecida. Essa divulgação deverá ser apoiada pelas diversas instituições participantes, cujo envolvimento, incluindo unidades de conservação e comitês de bacia, é um dos fatores que pode alavancar iniciativas de conservação.

Ressalta-se a importância de identificar e viabilizar novas fontes de financiamento para a continuidade desta iniciativa ou para a implementação de projetos com escopo semelhante. A título de referência, o presente projeto contou com o aporte de R\$ 220.842,50 (duzentos e vinte mil, oitocentos e quarenta e dois reais e cinquenta centavos), proveniente da Fundação Grupo Boticário, valor que foi determinante para viabilizar sua fase inicial. Contudo, nossa estimativa é de que o custo total da execução atingiu aproximadamente R\$ 1.000.000,00 (um milhão de reais), considerando-se os recursos humanos, materiais e operacionais mobilizados por universidades, organizações da sociedade civil, Unidades de Conservação e demais instituições parceiras. Este montante inclui, entre outros itens, bolsas de pesquisa, dedicação de servidores, infraestrutura computacional (softwares e equipamentos), logística (veículos e combustível) e suporte técnico especializado.

Por fim, recomendamos unir esforços para articulação institucional de maneira a fomentar e apoiar iniciativas de pesquisa científica de longo prazo e a formulação de políticas públicas integradas, com foco na segurança hídrica e na conservação da biodiversidade,



aproveitando os avanços metodológicos, as redes de colaboração interinstitucional e os dados gerados no âmbito deste projeto.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR ISO/IEC 17025**: requisitos gerais para competência de laboratórios de ensaio e calibração. Rio de Janeiro, 2001. 20 p. Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras, CETESB, Agência Nacional de Águas (ANA), Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/2021/10/Guia-nacional-de-coleta-e-preservacao-de-amostras-2012.pdf>. Acesso em: 23/10/2023.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 9898/1987**: Preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores: para análise de parâmetros selecionados (ABNT NBR 9898). Rio de Janeiro: ABNT, 1987.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Diário Oficial da União: Seção 1, Brasília, DF, n. 53, p. 58–63, 18 mar. 2005.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011**. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. *Diário Oficial da União: Seção 1*, Brasília, DF, 14 dez. 2011.

BRAUMAN, K. A., DAILY, G. C., DUARTE, T. K., MOONEY, H. A. The nature and value of ecosystem services: An overview highlighting hydrologic services. **Annual Review of Environment and Resources**. v. 01, n. 1, p. 67-98, jul., 2007.

CARVALHO, T. M. Técnicas de medição de vazões convencionais e não-convencionais. **Revista Brasileira de Geografia Física**. v. 1, n. 1, p. 73-85, mai/ago, 2008.

CETESB; ANA. **Guia nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos** / Companhia Ambiental do Estado de São



Paulo; Agência Nacional de Águas; organizadores: Carlos Jesus Brandão et al. São Paulo: CETESB; Brasília: ANA, 2011.

CHAPMAN, Deborah; KIMSTACH, Vitaly. Selection of water quality variables. In: CHAPMAN, D. (Ed.) **Water quality assessment: a guide to the use of biota, sediments and water in environmental monitoring**. Londres: UNESCO/WHO/UNEP, 1996. Cap. 3, p. 74-133.

COMPANHIA, DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. CETESB. **Qualidade das águas interiores do estado de São Paulo 2021** – Apêndice C Significado ambiental e sanitário das variáveis das águas e dos sedimentos e metodologias analíticas e de amostragem 2021. São Paulo: CETESB, 2022.

DOBRYIAL, P.; BADOLA, R.; TUBOI, C.; HUSSAIN, S. A.. A review of methods for monitoring streamflow for sustainable water resource management. **Applied Water Science**, v. 7, n. 6, p. 2617-2628, out, 2017.

FORTI, M. C.; ALCAIDE, R. L. M. **Manual de Procedimentos do Analisador de Carbono Total TOC -VCPN**. São José dos Campos: INPE, 2012.

GARCEZ, Lucas Nogueira. **Manual de procedimentos e técnicas laboratoriais voltado para análises de águas e esgotos sanitário e industrial**. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2004.

GORE, James A.; BANNING, James. Discharge measurements and streamflow analysis. In: HAUER, F. Richard; LAMBERTI, Gary. **Methods in stream ecology**. [S.l.]: Elsevier Science, 2017. cap. 3.

GRIZZETTI, B.; LANZANOVA, D.; LIQUETE, C.; REYNAUD, A.; CARDOSO, A. C. Assessing water ecosystem services for water resource management. **Environmental Science & Policy**, Vol. 61, p. 194-203.

HERSHY, R W. **Stream Measurement**. 3. ed. NovaYork: Taylor & Francis, 2009.

IUKHNO, Artem; BUZMAKOV, Sergei; ZORINA, Alisa. Water discharge measuring instruments: an up-to-date overview. In: PROCEEDINGS OF THE 13 TH INTERNATIONAL SCIENTIFIC AND PRACTICAL CONFERENCE, 13., 2021, [S.l.]. Anais...[S.l.]: [s.n], 2021, p. 116-123.



POHLING, R. **Reações químicas na análise de água**. Fortaleza: Março, 2009.

POSTEL, S. L., THOMPSON, B. H. Watershed protection: capturing the benefits of nature's water supply services. **Nature Resources Forum**, v. 29, n2, p.98-108, mai, 2005.

SHIMADZU, PC – Controlled Total Organic Carbon Analyser - TOC – VCPH/CPN & TOC – Control V Software. Manual do Usuário. 394p. Shimadzu Corporation – Analytical & Measuring Instruments Division, Kyoto, Japan, 2003.

Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 20th Edition, 4500-N Nitrogen, pages 4-99-110 and 4-124-127.

VON SPERLING, M. **Estudos de modelagem da qualidade da água de rios**. Belo Horizonte:UFMG, 2007. Vol. 7. 452 p.

WHITING, P. J. Flow measurement and characterization. In: Kondolf, Mathias; Piégay, Hervé. **Tools in fluvial geomorphology**. [S.l.]: John Wiley & Sons, 2016. cap. 12.

8. ANEXOS

8.1. Anexo 1: Formulário de inscrição das UCs

ANEXO 1: FORMULÁRIO DE INSCRIÇÕES DAS UCs

Nome da Unidade de Conservação
Nome de quem está preenchendo o formulário
Função na UC
E-mail
Telefone de contato
Nome do(a) Gestor(a) da UC
Categoria da UC
Município(s) que a UC abrange
Estado(s) que a UC abrange

Projeto



Realização



Patrocínio



Parceiros



Bacia(s) Hidrográfica(s) na qual a UC está inserida
Principal curso hídrico da UC
Anexar KML ou shapefile do curso hídrico ou hidrografia da UC
O principal curso hídrico tem nascentes na UC? ☐ Sim ☐ Não ☐ Parcialmente
O curso hídrico citado é manancial de abastecimento público? ☐ Sim ☐ Não ☐ Não sei
Possui outras nascentes dentro da UC? ☐ Sim ☐ Não ☐ Não sei
Essas nascentes contribuem para qual curso hídrico?
Como é o entorno da UC? (ex.: urbano, rural, agrícola, floresta, pastagem, etc.)
A UC integra ou já integrou algum trabalho/projeto/pesquisa sobre recursos hídricos? Comente:
A UC possui conselho, grupos de trabalho e/ou câmaras técnicas? ☐ Sim ☐ Não ☐ Em formação
O projeto precisará de apoio físico e material. Assinale o que a UC pode contribuir com o Mosaico de Águas: ☐ Espaço físico ☐ Veículo ☐ Equipamentos ☐ Equipe técnica ☐ Alimentação ☐ Outros (especificar abaixo)
Observações sobre apoios possíveis:
Campo livre: sugestões de critério de avaliação, realidade local, justificativa para realização do projeto na UC, etc.:
Você identifica fontes de pressão na UC ou em seu entorno que venham a interferir na qualidade, quantidade, uso da água? Quais?

Projeto



Realização



Patrocínio



Parceiros

